

<研究ノート>

複層ミサイル防衛システムのための 投資戦略

松 村 昌 廣

現在、我が国の防衛策政策当局はミサイル防衛システム（TMD）の配備を検討している¹⁾。そこで、本稿ではコスト負担の問題に焦点をあて、米国ランド研究所の数学的モデルによるレポート²⁾を参考にしながら、我が国のTMD政策の選択肢を検討する。

問題の核心は、有効な防空機能を効率的に獲得するため、いかに限られた投資資金を配分するのが最適かである。より具体的には、ミサイル発射の早期段階、飛来過程の段階、着弾直前の段階の三層に対する迎撃ミサイル能力に各々どの程度の投資配分すべきだろうか、という問題である。

冷戦時代には、米国はソ連と相互に戦略核ミサイルの照準をあわせて対峙していたが、北極海をはさんで制空権を確立することはできず、そのためソ連からのミサイルを発射早期の段階で迎撃することはできなかった。むしろ、冷戦期の米国の発想は潤沢な国防費に支えられて、非効率的な飛来過程の段階と着弾直前の段階におけるミサイルの迎撃に重点を置いていた。この典型が海軍の機動部隊や寄港地の防衛のための（海軍）イージス艦であり、展開陸上部隊、空軍基地、港湾や人口密集地帯の防衛のための（陸軍）パトリオ

1) 拙稿「戦域ミサイル防衛（TMD）システムをどうするか」『正論』（1996・4）

2) Eril V. Larson and Glenn A. Kent, *A New Methodology for Assessing Multilayer Missile Defense Options* (Santa Monica: Rand, 1994) MR-390-AF.

ット・ミサイルである。

しかし、冷戦後数年が経ち、唯一の軍事的超大国として米国は敵領空に制空権を確立するよう通常兵力戦を計画しており、その下では敵の弾道ミサイル施設や関係するインフラに対する攻撃も可能となっている。この軍事的環境の下、米国は先に示した三段階の対ミサイル防空の相乗効果と費用対効果を総合的に検討している。そこで、この点について、米国と協力してミサイル防衛システムを配備しようと検討している日本も我が国固有の条件を加味して議論すべきである。

1 ミサイル防衛システムの複層化効果

分析的な観点に立てば、ミサイル防衛システムの目的は単に個別のミサイルを迎撃できるかどうかではなく、迎撃作戦行動の全過程において飛来するミサイルを間違いなく打ち落とす蓋然性を高めることにある。そこで、作戦実施の観点からは、最も安価なミサイル発射方針と求められるミサイル迎撃成績を達成するための資源配分を見極め、さらに、数量が限定された迎撃ミサイルで打ち落とす確率をできるだけ高めるには、どのような発射方針が最適かを決定せねばならない。ミサイル防衛のコストは、当然、ミサイル防衛システムの防空層の数、敵のミサイル保有総数、迎撃確率の要求水準、そして、各防空層での迎撃確率の四要因に左右される。もちろん、個別のミサイル発射による迎撃成功率を向上させればミサイル防衛の有効性は高まるが、これは技術的な進歩に依存するから、本論では取敢えず一定であるとして議論を進める。

ここでは前述の数学的モデルを簡単に紹介する。

$SSPk$: 単一ミサイルによる迎撃成功率

W : 敵の保有する攻撃ミサイル数

S : 飛来ミサイル1発に対する迎撃ミサイル発射総数

$P_0(W)$: W の飛来ミサイルを全て打ち落とす確率

$$P_0(W) = [1 - (1 - SSPk)^S]^W$$

ここで、

$$SSPk = 1/2 \text{ とし、}$$

$$P_0(W) = [1 - (1/2)^S]^W, \text{ もし } (1/2)^S \text{ が十分小さいとすれば}$$

$$P_0(W) \sim e^{-(W/2^S)}, W = 2^{\log_2 W} \text{ とすると}$$

$$P_0(W) \sim e^{-2^{\log_2 W - S}}$$

$$P_0(W) > 0.90 \text{ となるための、 } S - \log_2 W \text{ の最小の整数値は}$$

$$S - \log_2 W = 3, \text{ とすると } P_0(W) = 0.882$$

$$S - \log_2 W = 4, \text{ とすると } P_0(W) = 0.939$$

$$S = \log_2 W + 4$$

モデルで計算上解かりやすい場合を設定すると、例えば、単一のミサイル発射での迎撃成功率を50%、飛来するミサイル総数を64発、迎撃成功率を90%と想定した場合、三層にミサイル防衛システムを展開したとすると、飛来するミサイル1発を迎撃するには10発のミサイルが必要であり ($S = \log_2 64 + 4 = \log_2 2^6 + 4 = 6 + 4 = 10$)、表「様々なミサイル発射方法と必要と予想されるミサイル在庫総数」に示される組み合わせが得られる。

表によれば、飛来する64発のミサイルを着弾直前の段階での一層からなるミサイル防衛システムで全て迎撃しようとするれば、飛来ミサイル1発あたり10発の迎撃ミサイルが必要であるから、計640発が必要となる。これは、表では0/0/10……640と示されている。しかし、この10発の迎撃ミサイルを3層の間で様々な振り分けると異なる在庫総数が必要となる。これは、数学的に言えば、最適配分値に近づけば近づくほど、前段階で打ち落とし損なったミサイルを迎撃するために必要となる次段階以降のミサイル発射数は増加するが、ミサイル迎撃のために要する飛来ミサイル1発あたりの予想コストが減少するからである。表によると、一般的には着弾直前の段階のミサイル防衛が最も安価であることから、飛来するミサイル1発につき第1層に1発（計64発）、第2層に2発（計64発）、第3層に7発（計56発）の割合で配備する

表：様々なミサイル発射方法と必要と予想されるミサイル在庫総数

発射ミサイル数 第1層／第2層／第3層	予想されるミサイル在庫総数	(注)
0 / 0 / 10	6 4 0	第1層：発射早期
0 / 1 / 9	3 5 2	第2層：飛来過程
0 / 2 / 8	2 5 6	第3層：着弾直前
0 / 3 / 7	2 4 0	
0 / 4 / 6	2 8 0	
1 / 0 / 9	3 5 2	
1 / 1 / 8	2 2 4	
1 / 2 / 7	1 8 4	
1 / 3 / 6	1 8 4	
1 / 4 / 5	2 0 2	
1 / 5 / 4	2 2 8	
2 / 0 / 8	2 5 6	
2 / 1 / 7	2 0 0	
2 / 2 / 6	1 8 4	
2 / 3 / 5	1 8 6	
2 / 4 / 4	1 9 6	

(出典) Eril V. Larson and Glenn A. Kent. *A New Methodology for Assessing Multilayer Missile Defense Options* (Santa Monica: RAND, 1994), 23頁

のが最適であるとの結論に達する。(従って、1/1/8の組み合わせは除外できる。)つまり、同じ防空能力を得るにも、ミサイル防衛システムを複層に構築した方が遙に安価になるといえる。現実的に考えれば、周辺諸国からのミサイル迎撃を懸念する我が国にとっては、三層からなるミサイル防衛システムが軍事的有効性と効率性の基準からは最も適当である。

また、敵の保有するミサイルが多数である場合もミサイル防衛システムの複層化は有効である。例えば、当初のモデル・ケースで計算上解かりやすい敵の攻撃ミサイル総数が256発になった場合を想定すると、飛来ミサイル1発あたりに要する迎撃ミサイルは12発 ($S = \log_2 256 + 4 = \log_2 2^8 + 4 = 8 + 4 = 12$) となり、単一の層からなるミサイル防衛では約3000発 (256×12) の迎撃ミサ

イルの在庫が必要となるが、三層のミサイル防衛では760発で済む。

以上から、ミサイル防衛の複層化はその軍事的有効性、効率性を高めると結論できる。

2 作戦遂行上の攪乱要因

以上で紹介した数学的モデルはミサイル防衛システムの複層化を高く評価しているが、ミサイル迎撃における作戦遂行上の具体的な条件を考えると第一（発射早期）の段階での迎撃の有効性を高めることが強調されねばならない。

第一に、レーダー等のセンサーで迎撃成功を確認することは困難であり、破壊ないしは無力化がセンサーにより確認されないときは、次の防衛層に侵入する飛来物体は全て敵ミサイルとして見做され、これに対して更に迎撃ミサイルが発射される。迎撃の確認が不完全であれば、ミサイルの在庫数を増やさねばならず、これはシステムのコストを上昇させてしまう。

第二に、飛来過程においてミサイル本体が分離したり多弾頭が分散すれば、その各々に対して迎撃ミサイルを発射せねばならない。さらに、敵ミサイルがデコイ（囷）を使用すれば、性能の高い識別センサーのシステムがないかぎり、分離・分散後の迎撃は非常に困難かつ高価になる。この点からも、分離・分散に至るまでの発射早期の段階で迎撃することが望ましい。

第三に、ミサイル防衛における最終第3層で敵のミサイル攻撃に数の上で圧倒され、十分に迎撃できないと懸念すると、防御側は心理的に追い詰められる。例えば、防御側が敵の侵入ミサイルの半分を発射早期の段階で迎撃するつもりが、仮に三分の一しか迎撃できない場合、迎撃作戦が終了する前に、防御側の迎撃ミサイルが底をつくかもしれないという心理状況である。しかし、そのような不安から必要以上に最終段階にミサイルを配備することは避けなければならない。この点、正確な計算に基づいてできるかぎり第1・第2層の防衛のためにミサイル調達の資金をシフトさせねばならない。

3 ジレンマと政策提言

以上の議論から、他の条件を一定とすれば、ミサイル防衛システムは複層化されねばならず、とりわけ、敵ミサイルをできれば発射早期の段階、おそくとも飛来過程の段階で迎撃することを重視せねばならないと言える。しかし、現実には、各層ごとに異なるタイプのミサイルを使えば当然ミサイル1発あたりのコストも異なり、また、迎撃ミサイル・センサー、ミサイル誘導制御システム、発射台など関連するインフラや支援設備に多額の出費を強いられる。このため、高価なミサイルを配備する発射早期の段階や飛来過程の段階より安価な着弾直前の段階にミサイル防衛の優先的投資がなされるかもしれない。また、同様に、多額のインフラ投資はミサイル防衛の複層化を事実上困難にするかもしれない。このような選択は軍事的有効性、効率性を犠牲にするものである。

さて問題は、どのような条件の下でなら軍事的有効性、効率性を犠牲にしてもよいかである。とりわけ、我が国の場合、国家財政の状況は極めて厳しく、現時点で信頼性の高いミサイル防衛システムを構築することはできそうにもない。この点、1995年に、米国が示してきた具体的な選択肢のうちで最も安価なものでもかなり厳しい。(約6000億から8000億円程度はかかる。) 具体的には、本論で云う第3、着弾直前の段階での迎撃をおこなうパトリオット・ミサイルを中核とした配備になる可能性が高い。第1・第2段階での迎撃を可能にし、軍事的にはより有効な THAAD ミサイルを合わせて配備するには財政的にはかなり無理があろう。そこで、我が国は軍事的な意味が無くても敢えて配備するかどうかの選択を迫られている。

配備が是となるのは、先ず、我が国がミサイル防衛システムの有効性ではなく、配備するという行為自体に政治的な意味を見い出している場合である。つまり、我が国の周辺諸国や米国に対して日本が自国の安全保障に不転の決意を持つというメッセージを伝える手段としてシステム配備を行う場

合である。しかし、これは理論的には可能でも、実際には、その内容、手順にかなり慎重な計画を必要とするであろう³⁾。手法を誤れば、周辺諸国に軍拡競争を起し、かえって我が国の安全を脅かすことになるやもしれない。

次に是となるケースは、我が国が長期的な展望を持ち、将来の技術的進歩やコスト・ダウンが可能となれば軍事的に意味のあるミサイル防衛システムが短期間に配備できるよう、インフラ整備やシステム操作のための人的資源の開発の目的で取敢えずミサイル防衛システムの構築を開始する場合である。

今、防衛政策担当者にはミサイル防衛システムへの投資戦略について議論を整理することが求められている。

3) Masahiro Matsumura, "Deploying Theater Missile Defense Flexibly: A U. S. —Japan Response to China's Future" The Japan Center for International Exchange, forthcoming.